„NORMALWERTE UND SCHWANKUNGSBREITEN DES ACM-WINKELS IM SÄUGLINGS- UND KLEINKINDESALTER"

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von
Erich Jakob
aus Duisburg

1979

Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik der
Universität Düsseldorf

Direktor: Prof. Prof.h.c. Dr.med. Kh. I D E L B E R G E R

" NORMALWERTE UND SCHWANKUNGSBREITEN DES ACM-WINKELS IM SÄUGLINGS- UND KLEINKINDESALTER "

INAUGURAL - DISSERTATION
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von
Erich Jakob
aus Duisburg

Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik der
Universität Düsseldorf

Direktor: Prof. Prof.h.c. Dr.med. Kh. I D E L B E R G E R

" NORMALWERTE UND SCHWANKUNGSBREITEN DES ACM-WINKELS IM SÄUGLINGS- UND KLEINKINDESALTER "

INAUGURAL - DISSERTATION
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von
Erich Jakob
aus Duisburg

Gedruckt mit der Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf

Der Dekan der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf

gez. : (Prof. Dr. A. Hopf)

DEKANAT
der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf

Referent

Prof. Dr. Kh. Idelberger
Direktor der Orthopädischen
Universitätsklinik Düsseldorf
4 Düsseldorf, Moorenstr. 5

gez. : (Prof. Dr. Kh. Idelberger)

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Korreferent

Prof. Dr. G.-A. v. Harnack
Direktor der Univers. Kinderklinik
4 Düsseldorf, Moorenstr. 5

gez. : (Prof. Dr. G.-A. v. Harnack)

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

		Seite
I	Einleitung	1
II	Meßmethoden	
	1. Bestimmung des ACM-Winkels	3
	2. Bestimmung des Pfannendachwinkels	6
	3. Bestimmung des Symphysensitzbeinwinkels	7
	4. Bestimmung des Index der Beckendrehung	8
III	Untersuchungsgut	10
IV	Untersuchungsergebnisse	
	1. Einfluß der Beckendrehung	
	a) auf den Pfannendachwinkel	14
	b) auf den ACM-Winkel	16
	2. Einfluß der Beckenneigung	
	a) auf den Pfannendachwinkel	19
	b) auf den ACM-Winkel	21
	3. Normalwerte und Standardabweichungen	
	a) für den Pfannendachwinkel	23
	b) für den ACM-Winkel	28
V	Diskussion	32
VI	Zusammenfassung	42
VII	Literaturnachweis	43

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41544321_0054

I EINLEITUNG

Zur objektiveren Beurteilung der Röntgenaufnahme des Hüftgelenks von Säuglingen und Kleinkindern wird heute meist der Pfannendachwinkel nach HILGENREINER bestimmt. Nach TÖNNIS ist dieser Meßwert eine für die Praxis hinreichende Beurteilungsgrundlage der anatomischen Beschaffenheit der kranialen knöchernen Sicherung des Gelenks. ROHLEDERER dagegen konnte zeigen, daß der Pfannendachwinkel in erster Linie ein Maß für die Erkerentwicklung ist. Doch nicht nur diese Einschränkung verdeutlicht die Schwäche der Meßmethode, auch die Abhängigkeit der Winkelwerte von der Drehung und Kippung des Beckens (ROHLEDERER, TÖNNIS, BRUNKEN, BRUSSATIS, WEBER, P. PITZEN, KAISER, GROSS), die große individuelle Schwankungsbreite (FABER) und die aufgrund der Methode benötigte Hüftvergleichsaufnahme. Ferner kommt noch hinzu, daß sich die knorplige Y-Fuge mit zunehmenden Alter verschmälert, so daß sich ab dem 5. und 6. Lebensjahr die Messung des Winkels immer schwieriger gestaltet, bis schließlich die Epiphysenfugen im 17. Lebensjahr knöchern verschmolzen sind (KÖHLER, ZIMMER) und damit die Messung nicht mehr möglich ist. Verlaufskontrollen können somit über dieses Alter hinaus nicht mehr durchgeführt werden.

Demgegenüber haben IDELBERGER und FRANK

den ACM-Winkel eingeführt, der annähernd den gleichen Wert wie der anatomische Pfannendachwinkel hat, der relativ lageunabhängig ist, der sich ohne Unterschied des Geschlechts in allen Altersstufen messen läßt und der auch bestimmt werden kann, wenn sich auf der Aufnahme nur ein Hüftgelenk darstellt.

In der folgenden Arbeit sollen durch einen direkten Vergleich mit dem Pfannendachwinkel die Brauchbarkeit des ACM-Winkels geprüft sowie Normalwerte und Schwankungsbreiten dieses Winkels für das erste bis sechste Lebensjahr ermittelt werden. Diese Werte sollen vielleicht eine Aussage darüber ermöglichen, ob ein Hüftgelenk in bezug auf die Ausbildung der Pfanne, die nach TÖNNIS, BUSSE und GASTEIGER durch den ACM-Winkel beschrieben wird, pathologisch verändert ist oder nicht. Am knöchernen Pfannendach manifestieren sich nämlich, zumindest ab dem vierten Lebensmonat, am ehesten die röntgenologischen Zeichen der Hüftgelenkdysplasie (TÖNNIS), deren Frühdiagnose Voraussetzung für ein optimales Behandlungsergebnis ist (ACKERMANN, NUSCHENPICKEL, KRÄMER, BECKER, GEISER, KELLER u.a.).

II MESSMETHODEN

Außer dem ACM- und dem Pfannendachwinkel wurden zur Ermittlung der Beckenlage noch der Symphysen-sitzbeinwinkel und der Index für die Beckendrehung bestimmt. (s. Abb. 1)

1. ACM-Winkel

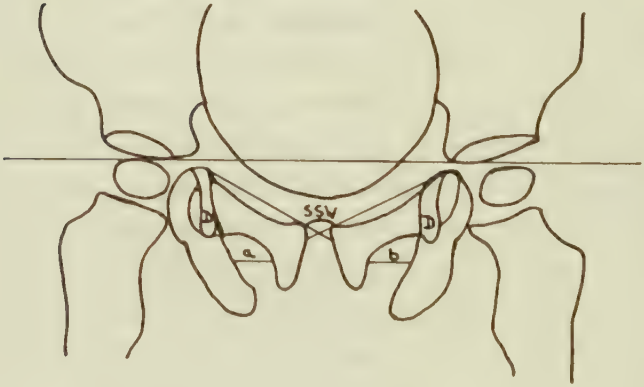
Hierbei wurde nach IDELBERGER und FRANK als erster Bezugspunkt (A) die Stelle des Pfannendaches gewählt, die etwas dorsal von der Übergangsstelle des Beckenkammes in den Pfannenrand gelegen ist, gleichzeitig den höchsten Punkt des Pfannenrandes darstellt und dort durch eine mehr oder weniger gut ausgeprägte Inzisur näher bestimmt ist. Anatomisch wird diese Stelle als "erhöhter Rand" der Hüftgelenkspfanne bezeichnet und ist identisch mit dem von PUTTI angegebenen Pfannenerker.

Der Bezugspunkt B stellt sich im Röntgenbild am unteren Pfannenrand entweder als kleine aufgehellte Inzisur oder als weißer Punkt dar. Die Erstbeschreiber konnten nachweisen, daß es sich hierbei anatomisch um den tiefsten Punkt des Pfannenrandes handelt, der dort durch die Incisura acetabuli unterbrochen wird. Im Mittelpunkt der Strecke $\overline{AB}$ wurde dann eine Senkrechte errichtet, deren Schnittpunkt mit dem Pfannengrund den Scheitelpunkt C des ACM-Winkels ergibt. IDELBERGER und FRANK hatten durch Markierung der betreffenden Stellen mit

Abb. 1 : Zeichnung eines Beckens nach dem Röntgenbild eines sechs Monate alten Patienten (a) und einer zweijährigen Patientin (b). Eintragung der gemessenen Parameter.

a)

b)



= Symphysensitzbeinwinkel (SSW)

= ACM-Winkel

= Pfannendachwinkel nach HILGENREINER

a:b = Index der Beckendrehung

D = "Tränenfigur"

Bleifeilspänen gezeigt, daß die im Röntgenbild angegebenen Punkte den Bezugspunkten am knöchernen Becken entsprechen. Bei der Messung des Winkels bei Neugeborenen, Säuglingen und Kleinkindern ergaben sich folgende Besonderheiten:
In vielen Fällen, vor allen Dingen bei sehr jungen Kindern, führt die Senkrechte durch die noch knorplige Y-Fuge, die beim eineinhalb jährigen Kind rund 1 cm,beim fünfjährigen 3-4 mm breit ist (KÖHLER, ZIMMER). Um dennoch den Punkt C zu erhalten, mußte ein"wahrscheinlicher Pfannengrund"eingezeichnet werden. Hierzu wurde der kreisbogenförmige "vordere Pfannen-rand" in die Y-Fuge hinein verlängert. Dieser entspricht nach Untersuchungen von ROHLEDERER in Wirklichkeit der dorsalen Abbruchkante des Ileumkernes, die aber wie IDELBERGER und FRANK betonen auch Teil des anatomischen Pfannendaches ist. Bei der Verlängerung mußte auch die schon vorhandene KÖHLER'sche Tränenfigur berücksichtigt werden, deren lateraler Anteil bei vollständiger Verknöcherung der Acetabuluminnenfläche entspricht (KÖHLER, ZIMMER, SCHINDLMAISSER, KOTZ). Die Hilfslinie durfte bei Normalprojektion also auch nicht medial dieser Kontur enden. Bei extremer Lage des Beckens brauchte diese Begrenzung jedoch nicht so strikt eingehalten werden, da, wie KÖHLER selbst betont, der laterale Teil der Tränenfigur einem Abschnitt der Pfannenwand entspricht, den eine senkrecht zu den tangierenden Strahlen gedachte Ebene schneiden würde.

In dieser Ebene liegt daher nicht immer der tiefste Punkt der Pfanne. Aber auch wenn das Lot nicht durch die Y-Fuge verlief, war der Punkt C nicht in jedem Fall eindeutig bestimmbar, da neben der lateralen Linie der KÖHLER'schen Tränenfigur vor allem bei vermehrter Drehung oder Kippung noch andere Doppelkonturen sichtbar waren. In der Regel wurde wieder vom Pfannenerker ein halbkreisförmiger Bogen eingezeichnet, der im Pfannengrund diese Konturen ausglich. Es zeigte sich jedoch durch mehrmalige Bestimmung des Punktes C, daß sich der ACM-Winkel höchstens um 1° oder 2° veränderte.

Der Bezugspunkt A war bei Neugeborenen und jungen Säuglingen oft nur ungenau bestimmbar, da die Ossifikation der Pfanne und hier speziell des Pfannenerkers bis zum dritten Monat noch unvollständig ist (SCHUSTER, TÖNNIS, BRUNKEN). Dennoch konnte in allen Fällen ein lateraler Schnittpunkt der Pfannenkonturlinien im Röntgenbild eingezeichnet werden, der nach TÖNNIS und BRUNKEN dem Pfannenerker entspricht. Auch hier wurde im Zweifelsfall der Punkt A mehrmals bestimmt, wobei die Schwankungen des ACM-Winkels wiederum nur 1° - 2° betrugen.

2. Pfannendachwinkel

Der Pfannendachwinkel wurde nach der von TÖNNIS und BRUNKEN präzisierten HILGENREINER'schen Methode gemessen. HILGENREINER verstand darunter jenen

Winkel, welchen die mehr oder minder geneigte Pfanne oder, falls solche fehlt, die Darmbeinschaufel mit der Verlängerung der Verbindungslinie der beiden Y-Knorpel einschließt. Um Ungenauigkeiten zu vermeiden und die Beeinflussung dieses Winkels von der Beckenlage möglichst gering zu halten, wurde von TÖNNIS und BRUNKEN die Verbindungslinie der Y-Knorpel als Gerade durch die caudal vorspringenden Punkte der Darmbeinschaufel gesehen. Der zweite Schenkel des Winkels wird durch die Verbindung des medialen mit dem lateralen Schnittpunkt der vorderen und hinteren Pfannenkonturlinie dargestellt. Durch die Verschmälerung der Y-Fuge und Überlagerung durch andere Konturen konnte der mediale Schnittpunkt oft nur schwer bestimmt werden. Für die Einzeichnung des lateralen Schnittpunktes, der dem Pfannenerker entspricht, gibt es die oben erwähnten Probleme.

3. Symphysensitzbeinwinkel (SSW)

Zur Bestimmung der Einflußnahme der Vor- und Rückneigung des Beckens auf den Pfannendachwinkel wurde der von TÖNNIS und BRUNKEN eingeführte Symphysensitzbeinwinkel gemessen. Hierzu wurde auf beiden Seiten von dem am weitesten zur Beckenöffnung vorspringenden Punkt des Schambeins in Symphysennähe eine Gerade zu dem ebenfalls zur Beckenöffnung hin am weitesten vorspringenden Punkt des Sitzbeins gezeichnet. Diese Geraden schließen den Symphysensitzbeinwinkel ein, der sich bei Vorneigung ver-

kleinert und sich bei Rückneigung vergrößert. TÖNNIS und BRUNKEN ermittelten nun an einer großen Anzahl von Fällen den Symphysensitzbeinwinkel. Den mittleren Bereich der Verteilungskurve grenzten sie willkürlich ab und bezeichneten ihn als Bereich mittlerer Kippung (O). Die darüber und darunter liegenden Winkelgrade wurden in Stufen von 8° zu Gruppen zusammengefaßt und mit a, b, c (vermehrte Beckenkippung, kleinere Werte als bei Grad O) und A, B, C (stärkere Rückneigung, größere Winkelwerte als bei Grad O) bezeichnet. Aufgrund der Altersabhängigkeit der mittleren Kippung änderten sich auch die anderen Bereichsgrenzen (s. Tab. 1).

4. Index der Beckendrehung

Wie der Name sagt, ist dieser Wert ein Maß für die Beckendrehung und wurde ebenfalls von TÖNNIS und BRUNKEN eingeführt. Hierbei wird eine Parallele zur HILGENREINER'schen Linie durch die Mitte der Foramina obturatoria gelegt. Der Quotient der gemessenen Werte rechts und links ergibt den Index der Beckendrehung und hat bei Mittelstellung des Beckens den Wert 1. Bei Drehung nach links vergrößert sich das Verhältnis, bei Drehung nach rechts wird es kleiner 1. Die Einteilung erfolgt in sieben bzw. dreizehn Gruppen (s. Tab. 2).

Tab. 1 : Bereichsgrenzen der Kippungsgrade für verschiedene Altersstufen

Grad/Alter	0/4 + 0/5	0/6 - 0/11	1/0 - 1/5	1/6 - 1/11
c	< 90°	< 88°	< 82°	< 84°
b	90 - 97	88 - 95	82 - 89	84 - 91
a	98 - 105	96 - 103	90 - 97	92 - 99
0	106-120	104-118	98-119	100-120
A	121-128	119-126	120-127	121-128
B	129-136	127-134	128-135	129-136
C	>136	>134	>135	>136

Tab. 2 : Einteilung der Drehungs grade

	Grad	Index
Rechtsdrehung	VI	< 0,50
	V	0,50 - 0,55
	IV	0,56 - 0,62
	III	0,63 - 0,70
	II	0,71 - 0,82
	I	0,83 - 0,99
Mittelstellung	0	1,0
	I	1,01 - 1,20
	II	1,21 - 1,40
	III	1,41 - 1,60
	IV	1,61 - 1,80
	V	1,81 - 2,00
Linksdrehung	VI	> 2,00

III UNTERSUCHUNGSGUT

Bei der Bestimmung von Normalwerten spielt die Auswahl des Untersuchungsgutes eine besondere Rolle. Einerseits mußte vermieden werden, daß dysplastische Hüften in die Untersuchung eingehen, andererseits sollten auch Grenzfälle des Normalen berücksichtigt werden. Dies war schwierig, da die Maßstäbe, die bei der Beurteilung zum Ausschluß einer Dysplasie angelegt wurden, sicherlich von Klinik zu Klinik verschieden sind. Die Ursache dafür liegt in der unterschiedlichen Meinung darüber, welche Kriterien brauchbar für die Diagnose einer Dysplasie sind.

Klinische Kennzeichen:
Abduktionshemmung, Außenrotationsstellung, Faltenasymmetrie, Gleiten des Hüftkopfes, Einschnappphänomen, etc.

Röntgenologische Kennzeichen:
Hypoplasie, Verschmälerung und Steilheit des knöchernen Pfannendaches, vermehrte Antetorsion und Steilheit des Schenkelhalses, Dachsklerosierung, doppelte Erkerkontur, Diaphysenferne, etc.
(HILGENREINER, PITZEN, KELLER, SCHUSTER, IDELBERGER, GLAUNER, MARQUARDT, RAVELLI, SCHWÄGERL, KREPLER, FLAMM)

Die klinischen wie auch röntgenologischen Merkmale sind ebenso zahlreich wie umstritten. Dies gilt vor allem für die Diagnosestellung innerhalb der

ersten drei Monate, die nach einigen Autoren (BACHMANN, DÖRR, EXNER, KLOPFER, ORTOLANI, etc.) nur klinisch, nach anderen (BÜSCHELBERGER, KOPITZ, PITZEN, ULLMANN, etc.) in erster Linie röntgenologisch möglich ist. In diesem Rahmen sei darauf hingewiesen, daß einheitliche Befunderhebung und - bewertung, wie sie der Arbeitskreis "Hüftdysplasie" befürwortet, nicht nur die Diskussion über Frühdiagnose und Behandlung versachlichen, sondern auch einen Schritt zur Lösung des Problems darstellen würde. Da die Dysplasie nicht eindeutig zum Normalen abgegrenzt werden kann, ist auch der Normalbereich nicht eindeutig bestimmbar.

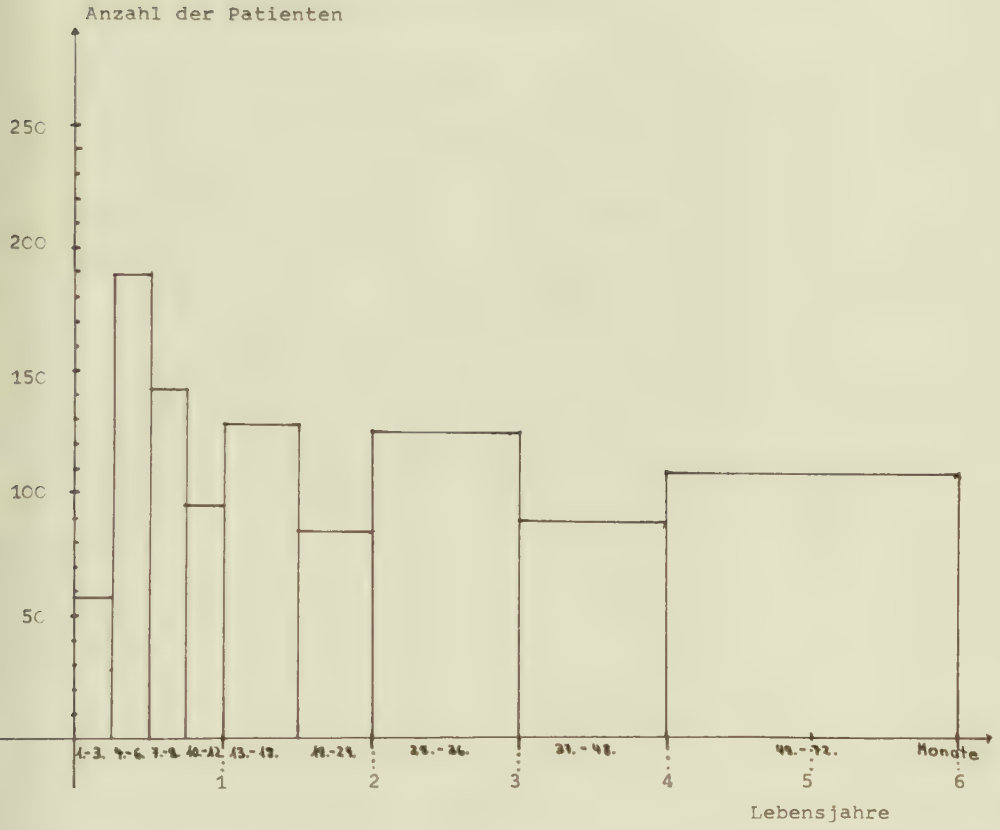
Als "normal" wurde in folgenden Ausführungen jedes Hüftgelenk bezeichnet, bei dem nach klinischer und röntgenologischer Beurteilung durch die Ärzte der Orthopädischen Klinik Düsseldorf nicht die Diagnose Hüftdysplasie gestellt wurde. Ferner durfte der Patient weder vor noch nach dem Zeitpunkt der Aufnahme auf dieses Leiden hin behandelt worden sein. Da bei einseitiger Dysplasie oft auch die Gegenseite Abweichungen aufweist (HOFFA, KAISER), wurden nur Aufnahmen verwendet, bei denen keines der Hüftgelenke dysplastisch war. Um weiterhin den Einfluß von nicht erkannten Dysplasien auf den Mittelwert möglichst gering zu halten, wurden die Aufnahmen eines großen Untersuchungsgutes (1 1[illegible] Patienten) ausgemessen. TÖNNIS und BRUHNEN konnten in

ihrer Arbeit zeigen, daß sich dadurch die Verteilungskurve des Gesamtkollektivs von der Verteilungskurve, der als sicher normal geltenden Gruppe, kaum unterschied. Die Präzision der Durchschnittsbestimmung nimmt mit der Zahl der Einzelbestimmungen zu, während die Standardabweichung davon unabhängig ist (FREUDENBERG, SACHS).

All diese Kriterien sollten dazu dienen, den Fehler möglichst gering zu halten, der sich aus der Tatsache ergibt, daß ein Untersuchungsgut aus einer orthopädischen Klinik möglicherweise nicht auslesefrei ist.

Für die vorliegende Arbeit wurden insgesamt 2030 Hüftgelenke ausgemessen. Die Aufnahmen stammen von 1015 Patienten (553 weiblich, 457 männlich) im Alter vom ersten Lebensmonat bis zum sechsten Lebensjahr, die in den Jahren 1961 bis 1976 aus verschiedenen Gründen in der Ambulanz der Orthopädischen Klinik der Universität Düsseldorf untersucht wurden. (Altersverteilung siehe Abb. 2)

Abb. 2 : Altersverteilung



IV UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

1. Einfluß der Beckendrehung auf normale Pfannendach- und ACM-Winkel

Dieser Untersuchung lagen Beckenübersichtsaufnahmen von 264 Kindern im Alter vom 5.-24. Lebensmonat zugrunde. Die Becken durften weder zu stark vor- noch rückgeneigt sein (Kippungsgrad - 0 -). Die Einteilung erfolgte mit Hilfe des Drehungsindex in: Linksdrehung I-VI , Mittelstellung und Rechtsdrehung I-VI . In jeder dieser Gruppen wurde ein Mittelwert für die Winkelgröße des rechten und des linken Hüftgelenks sowie deren Differenz bestimmt.

a) Abhängigkeit des Pfannendachwinkels (s. Tab. 3)

Der Durchschnitt für die Mittelstellung betrug rechts 19,6°, links 20,4°, die Differenz somit - 0,8°. Bei einer Rechtsdrehung vergrößerten sich die Differenzen bis auf - 4,0° (Grad V) und - 3,5° (Grad VI). Entscheidend war hierbei meist eine Zunahme der Winkelwerte am linken Hüftgelenk (Ausnahme Grad VI), während die Werte rechts keine Tendenz in der Abweichung von der Norm erkennen ließen.

Bei der Linksdrehung betrugen die Unterschiede der Mittelwerte in den extremen Drehungsgraden V und VI 3,5° bzw. 9,0°. Wieder fiel auf, daß die Zunahmen in erster Linie auf Vergrößerung der Winkel der Gegenseite beruhten, zu der gedreht

Tab. 3 : Abhängigkeit des Pfannendachwinkels von der Beckendrehung. Mittelwerte für edn Pfannendachwinkel rechts und links bei verschiedenen Graden der Drehung, sowie deren Differenz. Alter der Kinder : 5.-24. Monat
Kippungsgrad - o -

Drehungsgrad		$\bar{x}$ rechts	$\bar{x}$ links	$\bar{x}$ re.- $\bar{x}$ li.	n
VI	0,50	16,0	19,5	- 3,5	2
V	0,50-0,55	20,0	24,0	- 4,0	1
IV	0,56-0,62	25,5	27,0	- 1,5	2
III	0,63-0,70	19,8	22,2	- 2,4	13
II	0,71-0,82	18,5	20,7	- 2,2	38
I	0,83-0,99	20,7	22,1	- 1,4	49
o	1,00	19,6	20,4	- 0,8	47
I	1,01-1,20	20,1	21,1	- 1,0	61
II	1,21-1,40	23,2	22,9	0,3	27
III	1,41-1,60	21,5	21,0	0,5	14
IV	1,61-1,80	24,4	23,0	1,4	7
V	1,81-2,00	24,5	21,0	3,5	2
VI	2,00	26,0	17,0	9,0	1
					264

wurde. In den übrigen Drehungsgraden differierten die Mittelwerte bis zu 2,4°, was jedoch noch als im Toleranzbereich (2-3°) liegend bezeichnet werden kann.

b) Abhängigkeit des ACM-Winkels (s. Tab. 4)

Auch hier war in der Mittelstellung der linke Winkel etwas größer (0,5°) als rechts. Bei einer Drehung nach rechts betrug die Differenz im Grad V - 1,0°, im Grad VI 1,5°. Bei geringerer Drehung war der Unterschied nicht größer als 1°. Wenn überhaupt, dann lag eine Tendenz in der Zunahme des rechten ACM-Winkels.

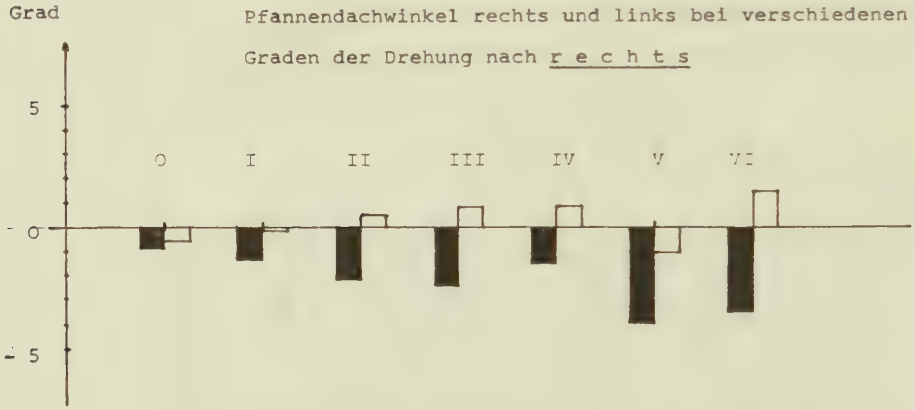
Bei der Linksdrehung war in den extremen Graden der Winkel links um 2° bzw. 3° größer als rechts. Die Unterschiede in den anderen Graden lagen zwischen 0,1° und 2,4°. Die Größe der Differenzen beruhte hier im Gegensatz zum Pfannendachwinkel auf einer Zunahme des Winkels der Seite, zu der gedreht wurde.

Vergleicht man die Ergebnisse (Abb. 3), so stellt man fest, daß sich die größere Empfindlichkeit des Pfannendachwinkels für eine Drehung des Beckens vor allem in den Extremgraden deutlich zeigt. Dabei sollte man sich vergegenwärtigen, daß eine absolute Differenz von 4° beim Pfannendachwinkel einer 20%igen relativen Abweichung vom Mittelwert bei Normalprojektion entspricht, während eine absolute Differenz von 2° in extremen Graden beim ACM-Winkel

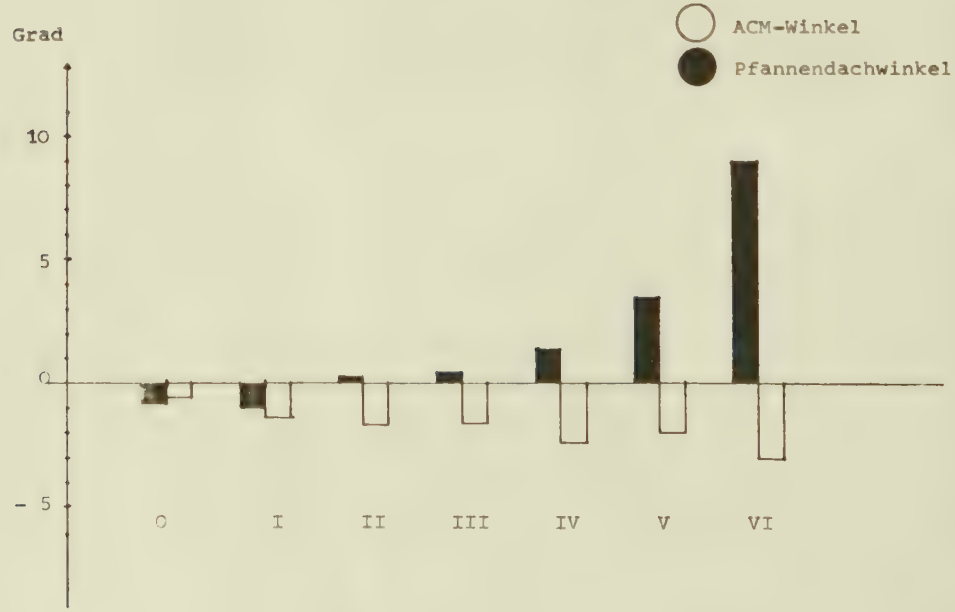
Tab. 4 : Abhängigkeit des ACM-Winkels von der Beckendrehung. Mittelwerte für den ACM-Winkel rechts und links bei verschiedenen Graden der Drehung, sowie deren Differenz. Alter der Kinder : 5.-24. Monat
Kippungsgrad - 0 -

Drehungsgrad		$\bar{x}$ rechts	$\bar{x}$ links	$\bar{x}$ re.- $\bar{x}$ li.	n
VI	0,5[illegible]	56,[illegible]	54,5	1,5	2
V	0,50-0,55	55,0	56,0	- 1,0	1
IV	0,[illegible]-[illegible],62	55,5	54,5	1,0	2
III	0,63-0,70	55,0	54,1	0,9	13
II	0,71-0,82	54,9	54,4	0,5	38
I	0,83-0,99	54,8	54,9	- 0,1	49
0	1,00	54,3	54,8	- 0,5	47
I	1,01-1,20	54,0	55,4	- 1,4	61
II	1,21-1,40	54,3	56,0	- 1,7	27
III	1,41-1,60	54,1	55,7	- 1,6	14
IV	1,61-1,80	53,6	56,0	- 2,4	7
V	1,81-2,00	54,5	56,5	- 2,0	2
VI	2,00	55,0	58,5	- 3,0	1
					264

Abb. 3 : Differenz der ACM-Winkel rechts und links sowie der Pfannendachwinkel rechts und links bei verschiedenen Graden der Drehung nach r e c h t s



Differenz der ACM-Winkel rechts und links sowie der Pfannendachwinkel rechts und links bei verschiedenen Graden der Drehung nach l i n k s



einem Relativwert von weniger als 4% gleichkommt.

2. Einfluß der Beckenneigung auf normale ACM- und Pfannendachwinkel

Diese Untersuchung basiert auf Hüftvergleichsaufnahmen von 311 Patienten im Alter vom 5.-24. Lebensmonat. Um eine Interferenz mit der Beckenrotation zu vermeiden, wiesen all diese Aufnahmen nur einen Drehungsgrad von O oder I auf. Durch Messen des Symphysensitzbeinwinkels wurden dann die Aufnahmen in die Gruppen a, b, c, O, A, B, C eingeteilt. Dabei zeigte sich, daß sich ca. 50% in der Mittelstellung O befanden, 31% in Kippstellung a und A, 11% in b und B, sowie 8% in den Extremstellungen c und C. Zur Überprüfung der Abhängigkeit der Winkel von der Vor- und Rückneigung wurde in jeder Gruppe der Mittelwert für rechts und links errechnet und die Differenz zum Durchschnitt bei Mittelstellung gebildet.

a) Abhängigkeit des Pfannendachwinkels (Tab. 5)

Der Wert bei Mittelstellung war links um 1° größer als rechts. Bei Vorneigung vergrößerten sich die Durchschnittswerte um maximal $4,1^{\circ}$, während sie sich bei Rückneigung um maximal $4,8^{\circ}$ verkleinerten. Aber auch bei den Graden b und B lagen die Differenzen noch zwischen $2,5^{\circ}$ und $4,0^{\circ}$. Nur in den Graden a und A blieben die Unterschiede im Toleranzbereich. Die Differenz zwischen maximaler Vor- und extremer

Tab. 5 : Abhängigkeit des Pfannendachwinkels von der Beckenneigung und -aufrichtung. Mittelwerte für den Pfannendachwinkel rechts und links bei verschiedenen Kippungsgraden. Differenz zwischen dem Mittelwert in der Normalstellung und dem in der jeweiligen Kippstellung. Alter der Kinder : 5.-24. Monat. Drehungsgrad : O, I .

Neigung	$\bar{x}$ re.	$\bar{x}$ re.O-$\bar{x}$ re.	$\bar{x}$ li.	$\bar{x}$ li.O-$\bar{x}$ li.	n
c	16,2	4,1	17,3	4,0	6
b	16,6	3,7	17,3	4,0	11
a	18,6	1,7	19,6	1,7	46
O	20,3	0,0	21,3	0,0	157
A	22,0	- 1,7	22,4	- 1,1	50
B	23,4	- 3,1	23,8	- 2,5	23
C	24,4	- 4,1	26,1	- 4,8	18
Aufrichtung					311

Tab. 6 : Abhängigkeit des ACM-Winkels von der Beckenneigung und -aufrichtung. Mittelwerte für den ACM-Winkel rechts und links bei verschiedenen Kippungsgraden. Differenz zwischen dem Mittelwert in der Normalstellung und dem in der jeweiligen Kippstellung. Alter der Kinder : 5.-24. Monat. Drehungsgrad : O, I .

Neigung	$\bar{x}$ re.	$\bar{x}$ re.O-$\bar{x}$ re.	$\bar{x}$ li.	$\bar{x}$ li.O-$\bar{x}$ li.	n
c	54,2	0,5	54,5	0,5	6
b	52,4	2,3	52,7	2,3	11
a	53,5	1,2	53,9	1,1	46
O	54,7	0,0	55,0	0,0	157
A	55,5	- 0,8	55,7	- 0,7	50
B	56,2	- 1,5	57,0	- 2,0	23
C	56,7	- 2,0	57,9	- 2,9	18
Aufrichtung					311

Rückneigung betrug 8,2° bzw. 8,8°.

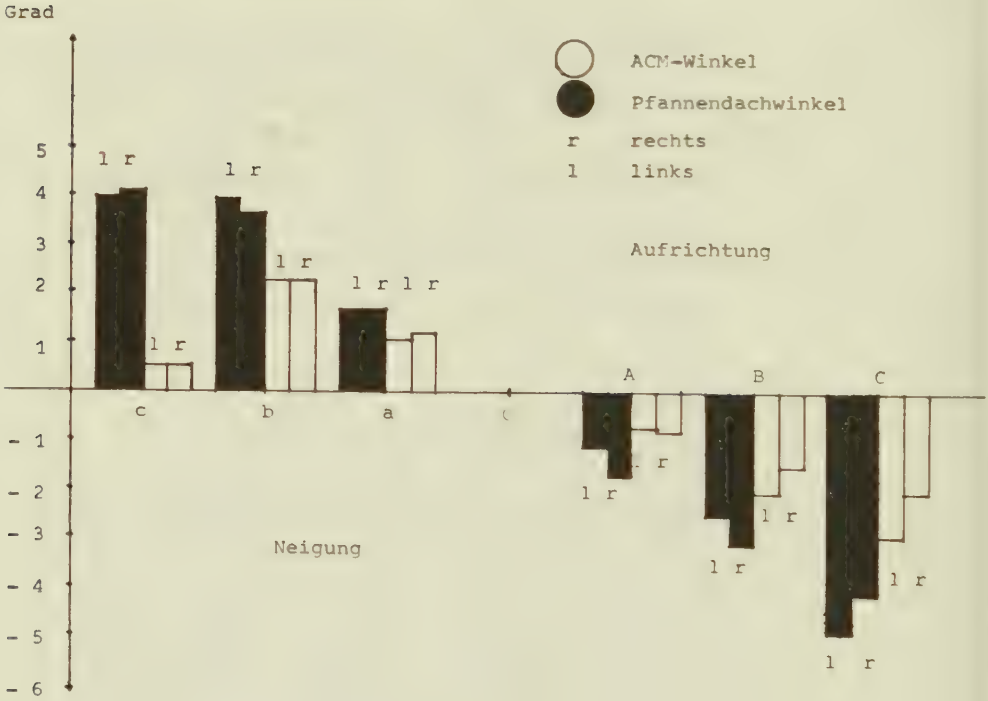
b) Abhängigkeit des ACM-Winkels (s. Tab. 6)

Der Unterschied zwischen maximaler Vor- und Rückneigung lag hier bei 2,5° und 3,4°. Wie auch beim Pfannendachwinkel verkleinerte sich der ACM-Winkel bei vermehrter Vorneigung und vergrößerte sich bei zunehmender Rückneigung. Die Differenzen zum Mittelwert betrugen aber im Extremfall nur 2,9°. Außerdem war auffallend, daß der ACM-Winkel im Gegensatz zum Pfannendachwinkel sich bei extremer Vorneigung wieder zu vergrößern schien. Auch in dieser Untersuchung zeigte sich, daß der ACM-Winkel für eine Beeinflussung durch die Beckenlagerung weniger empfindlich ist (s. Abb. 4).

3. Normalwerte und Schwankungsbreiten für den ACM- und Pfannendachwinkel

Aufgrund der Untersuchung über die Abhängigkeit der Winkel von der Beckenlagerung konnten zur Bestimmung der Normalwerte und Schwankungsbreiten beim ACM-Winkel alle Aufnahmen (1015) in die Untersuchung einbezogen werden. Die große Empfindlichkeit des Pfannendachwinkels gegenüber Drehung und Kippung veranlaßte dazu, nur solche Aufnahmen auszuwerten, die einen Drehungs- und Kippungsgrad von I und O bzw. von A, O und a aufwiesen. In diesen Bereichen hielt sich die Lagebeeinflussung in Grenzen (maximale mittlere Abweichung vom Normalmittelwert 2,4°).

Abb. 4 : Abhängigkeit des ACM-Winkels und des Pfannendachwinkels von der Beckenneigung und -aufrichtung. Differenz der jeweiligen Normalwerte rechts und links und den Mittelwerten bei den verschiedenen Kippungsgraden.



Somit konnten 150 Aufnahmen nicht ausgewertet werden, weil die Becken zu stark gedreht und/oder zu stark geneigt waren. Weiterhin wurden 75 Aufnahmen nicht berücksichtigt, weil hier der Symphysensitzbeinwinkel und/oder der Drehungsindex nicht messbar waren. Zur Bestimmung der Pfannendachwinkel blieben so nur 790 Röntgenbilder.

Die Eintragung der relativen Häufigkeitssummen für den ACM-Winkel in ein Wahrscheinlichkeitsnetz (Abzisse linear, Ordinate Gauss'sches Integral) zeigte zwischen der 10%- und 90%-Marke für die eingezeichnete Kurve einen geradlinigen Verlauf. Die gemessenen Werte waren also normalverteilt (SACHS) (s. Tab. 7). Um die altersabhängige Entwicklung der Winkel zu verdeutlichen, wurden die Mittelwerte und Standardabweichungen für die verschiedenen Altersgruppen (Abb. 2) ermittelt. Ferner wurde auch noch zwischen männlich und weiblich, sowie den Hüftgelenken links und rechts unterschieden und die Mittelwertdifferenzen im t-Test auf Signifikanz (5%-Niveau) überprüft.

a) Normalwerte und Standardabweichungen des Pfannendachwinkels

Die Unterschiede der Pfannendachwinkel links und rechts (Tab. 8 und 9, Abb. 5 und 6) waren weniger bedeutsam als die zwischen den Geschlechtern. Die Differenz betrug absolut gesehen zwischen dem linken und rechten Hüftgelenk bei den Jungen $0{,}8^{\circ}$, bei den

Tab. 7 :

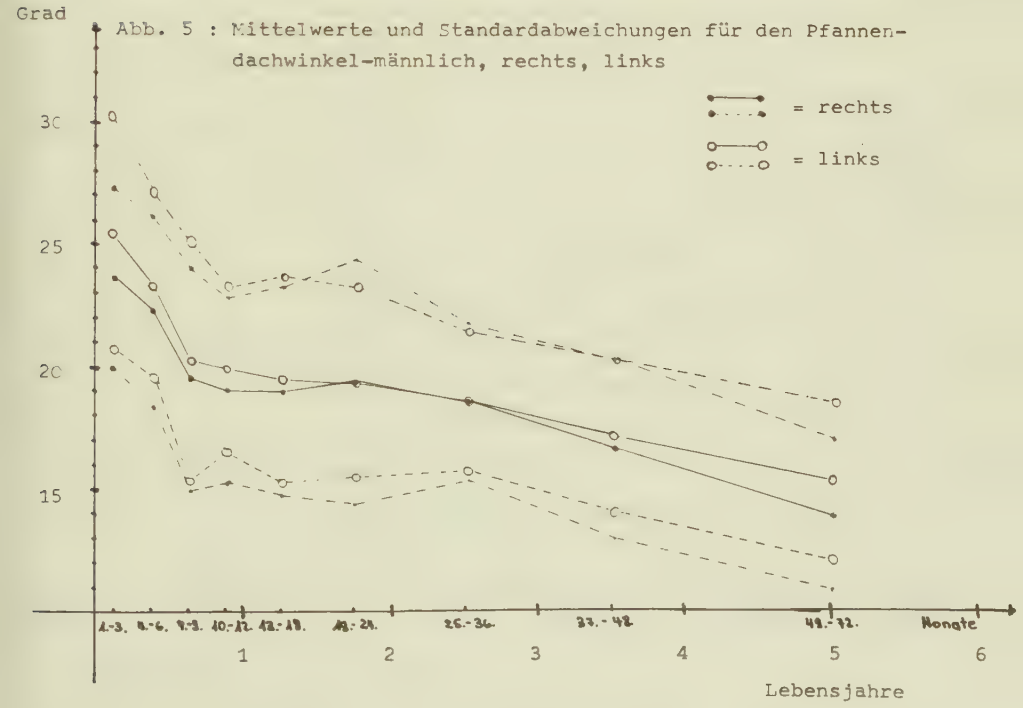
Häufigkeiten der ACM-Winkel in den verschiedenen Altersstufen

	1.- 3.	4.- 6.	7.- 9.	10.-12.	13.-18.	19.-24.	25.-36.	37.-48.	49.-72. Mo.
65	1								
64	1								
63	4								
62	2	3	2		1				
61	7	2	3		0				
60	25	22	9	6	8	2			
59	15	21	13	5	8	3			
58	19	47	26	16	17	4			
57	9	65	38	27	26	13	2		
56	9	66	37	30	36	17	1		1
55	9	56	54	31	35	21	11		0
54	5	43	45	25	40	22	25		1
53	3	25	24	25	31	24	26	2	3
52	3	14	21	9	23	19	37	1	4
51	2	5	1	9	21	12	35	13	17
50		2	6	4	9	14	3	25	13
49		3	2	2	0	8	31	32	14
48			2	0	0	4	21	28	29
47			0	1	1	0	8	24	29
46			1			3	1	2	34
45						2	2	15	35
44							1	5	16
43							1	3	12
42								1	6
41									2
40									
	114	374	284	19	256	168	25	178	216

Tab. 8 : Normalwerte für den Pfannendachwinkel-männlich, rechts, links

Alter	rechts			links			
	$\bar{x}$	s	s%	$\bar{x}$	s	s%	n
1.- 3. Mo	23,6 ± 3,7		15,7	25,4 ± 4,8		18,9	19
4.- 6. Mo	22,2 ± 3,9		17,6	23,2 ± 3,8		16,4	71
7.- 9. Mo	19,5 ± 4,6		23,6	20,2 ± 4,9		24,3	41
10.-12. Mo	19,0 ± 3,8		20,0	19,9 ± 3,4		17,1	25
13.-18. Mo	19,0 ± 4,3		22,6	19,5 ± 4,2		21,5	35
19.-24. Mo	19,4 ± 5,0		25,8	19,3 ± 3,9		20,2	30
25.-36. Mo	18,5 ± 3,2		17,3	18,5 ± 2,9		15,7	38
37.-48. Mo	16,6 ± 3,7		22,3	17,1 ± 3,1		18,1	33
49.-72. Mo	13,9 ± 3,1		22,3	15,2 ± 3,2		21,1	37
							329

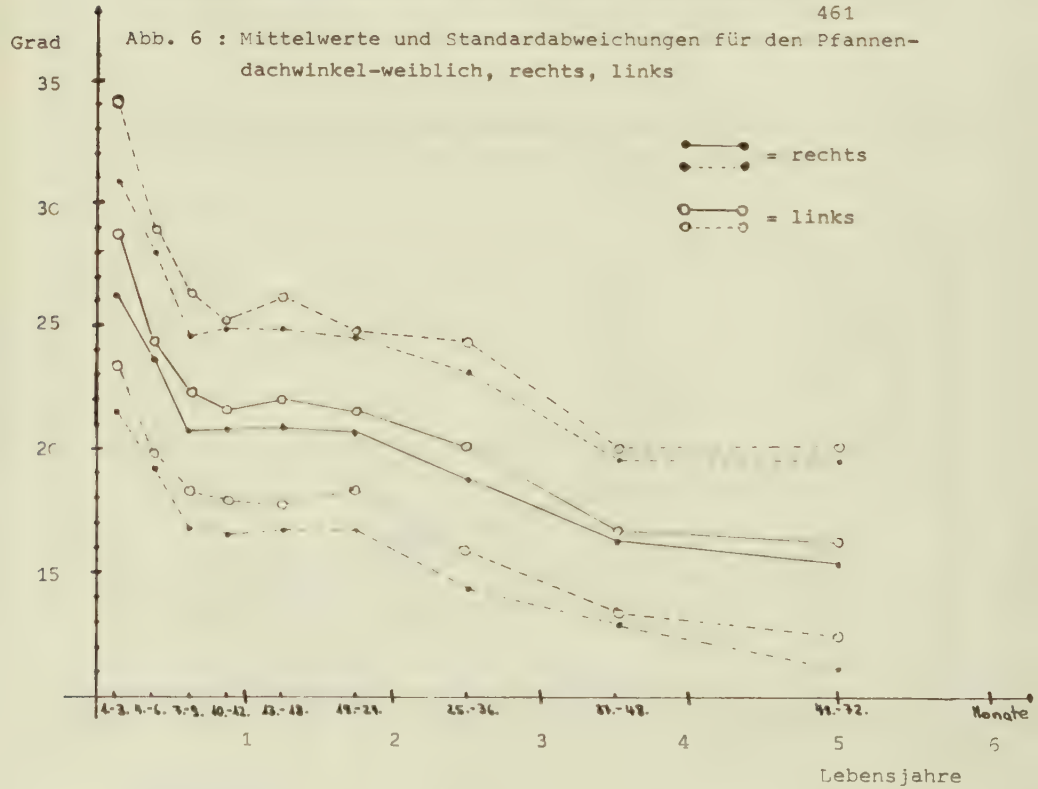
Abb. 5 : Mittelwerte und Standardabweichungen für den Pfannendachwinkel-männlich, rechts, links



Tab. 9 : Normalwerte für den Pfannendachwinkel-weiblich, rechts, links

Alter	rechts						
	$\bar{x}$	s	s%	$\bar{x}$	s	s%	n
1.- 3. Mo	26,1 ± 4,7	18,0	28,7 ± 5,4	18,8	28
4.- 6. Mo	23,4 ± 4,4	18,7	24,2 ± 4,5	18,6	70
7.- 9. Mo	20,7 ± 3,9	18,8	22,2 ± 4,0	18,0	64
10.-12. Mo	20,8 ± 4,2	20,2	21,5 ± 3,6	16,7	46
13.-18. Mo	20,8 ± 4,1	19,7	21,9 ± 4,2	19,2	69
19.-24. Mo	20,7 ± 3,9	18,8	21,5 ± 3,2	14,9	40
25.-36. Mo	18,8 ± 4,4	23,4	20,0 ± 4,2	21,0	62
37.-48. Mo	16,3 ± 3,3	20,2	16,6 ± 3,3	19,9	39
49.-72. Mo	15,5 ± 4,2	27,1	16,3 ± 3,8	23,3	43
					461

Abb. 6 : Mittelwerte und Standardabweichungen für den Pfannendachwinkel-weiblich, rechts, links



Mädchen 1,1° in jeder Altersgruppe. Zwischen den Geschlechtern lag der Unterschied bei ca. 1,5°. In der Regel war das linke Pfannendach steiler als das rechte, ebenso das weibliche steiler als das männliche. Da die signifikanten Unterschiede in ihrer Größe bis zu 2,9° auch für die Praxis bedeutsam waren, wurden die Mittelwerte und Standardabweichungen der Altersgruppen nicht zusammengefaßt, sondern für männlich und weiblich sowie auch für rechts und links getrennt angegeben (Tab. 8 und 9, Abb. 5 und 6). Aus den Tabellen und Abbildungen ist ersichtlich, daß der Pfannendachwinkel sowohl zwischen den Hüftgelenken rechts und links als auch zwischen den beiden Geschlechtern im ersten Lebensjahr die größten Unterschiede zeigt. Auch die Abnahme der Winkelwerte ist in dieser Zeit am größten (durchschnittlich mehr als 5°). Im zweiten Jahr bleiben die Werte ziemlich konstant, um dann im dritten Jahr um ca. 1°, im vierten um 2° und bis zum sechsten Lebensjahr um weitere 1-2° abzunehmen. Der Pfannendachwinkel verkleinert sich so vom Neugeborenen- und frühen Säuglingsalter ausgehend von verschiedenen Durchschnittswerten bei Jungen und Mädchen, links und rechts bis zum sechsten Lebensjahr um ca. 10-11°. Die Standardabweichungen liegen durchschnittlich knapp unter 20%, was absolut gesehen einer Abnahme von 4-5° in den unteren, von 3-4° in den oberen Altersstufen entspricht.

b) Normalwerte und Standardabweichungen für den ACM-Winkel

Der Vergleich der Mittelwerte für das linke und rechte Hüftgelenk (Tab. 10 und 11) ergab bei den Jungen einen durchschnittlichen absoluten Unterschied von 0,4° pro Altersstufe, bei den Mädchen von 0,6°. Die Differenz zwischen den Geschlechtern (Tab. 12) betrug durchschnittlich 0,8° in jeder Altersstufe. Auch beim ACM-Winkel gab es auf dem 5%-Niveau signifikante Unterschiede, doch bewegten sie sich nur zwischen 0,5° und 1,8° (ca. 1 - 3,8%), so daß man ihnen eine praktische Bedeutung absprechen mußte. Daher wurde für jede Altersgruppe nur ein Wert angegeben. (s. Tab. 13 und Abb. 7) Aus dieser Tabelle ersieht man, daß sich der ACM-Winkel im ersten Jahr von 57,8° ausgehend um 2,5° verkleinert, sich im zweiten Jahr dann um 1,5°, im dritten um 2,3°, im vierten um ca. 3° und bis zum sechsten Lebensjahr um 1,2° auf 47,6° vermindert. Insgesamt nahm somit der ACM- ebenso wie der Pfannendachwinkel in dieser Zeit um 11° ab. Die Standardabweichungen blieben in allen Altersstufen mit ca. 4-5%, was einer absoluten Abweichung von 2-3° entspricht, ziemlich konstant.

Im folgenden sollen nun Bedeutung und Aussagewert der Ergebnisse diskutiert und mit denen anderer Autoren verglichen werden.

Tab. 10 : Normalwerte für den ACM-Winkel-männlich, rechts, links

Alter	rechts			links			
	$\bar{x}$	s	s%	$\bar{x}$	s	s%	n
1.- 3. Mo	57,6 ± 2,9		5,0	57,9 ± 2,9		5,0	26
4.- 6. Mo	55,8 ± 2,1		3,8	56,3 ± 2,1		3,7	91
7.- 9. Mo	54,8 ± 2,1		3,8	55,8 ± 2,1		3,8	59
10.-12. Mo	55,3 ± 2,1		3,8	55,4 ± 2,3		4,2	39
13.-18. Mo	54,0 ± 2,1		3,9	54,2 ± 2,6		4,8	48
19.-24. Mo	53,9 ± 2,8		5,2	54,1 ± 3,0		5,5	38
25.-36. Mo	51,6 ± 2,7		5,2	51,8 ± 2,6		5,0	52
37.-48. Mo	48,6 ± 2,3		4,7	49,1 ± 2,1		4,3	46
49.-72. Mo	47,4 ± 2,3		4,9	47,8 ± 2,5		5,2	58
							457

Tab. 11 : Normalwerte für den ACM-Winkel-weiblich, rechts, links

Alter	rechts			links			
	$\bar{x}$	s	s%	$\bar{x}$	s	s%	n
1.- 3. Mo	57,9 ± 2,8		4,8	58,7 ± 2,5		4,3	31
4.- 6. Mo	55,7 ± 2,5		4,5	56,3 ± 2,4		4,3	96
7.- 9. Mo	55,0 ± 2,6		4,7	55,9 ± 2,8		5,0	83
10.-12. Mo	54,4 ± 2,5		4,6	55,2 ± 2,5		4,5	56
13.-18. Mo	54,8 ± 2,5		4,6	55,2 ± 2,7		4,9	80
19.-24. Mo	52,4 ± 3,0		5,7	53,0 ± 2,7		5,1	46
25.-36. Mo	50,4 ± 2,7		5,4	50,7 ± 2,5		4,9	73
37.-48. Mo	47,1 ± 2,1		4,5	47,7 ± 2,0		4,2	43
49.-72. Mo	45,8 ± 2,5		5,5	46,4 ± 3,0		6,5	50
							558

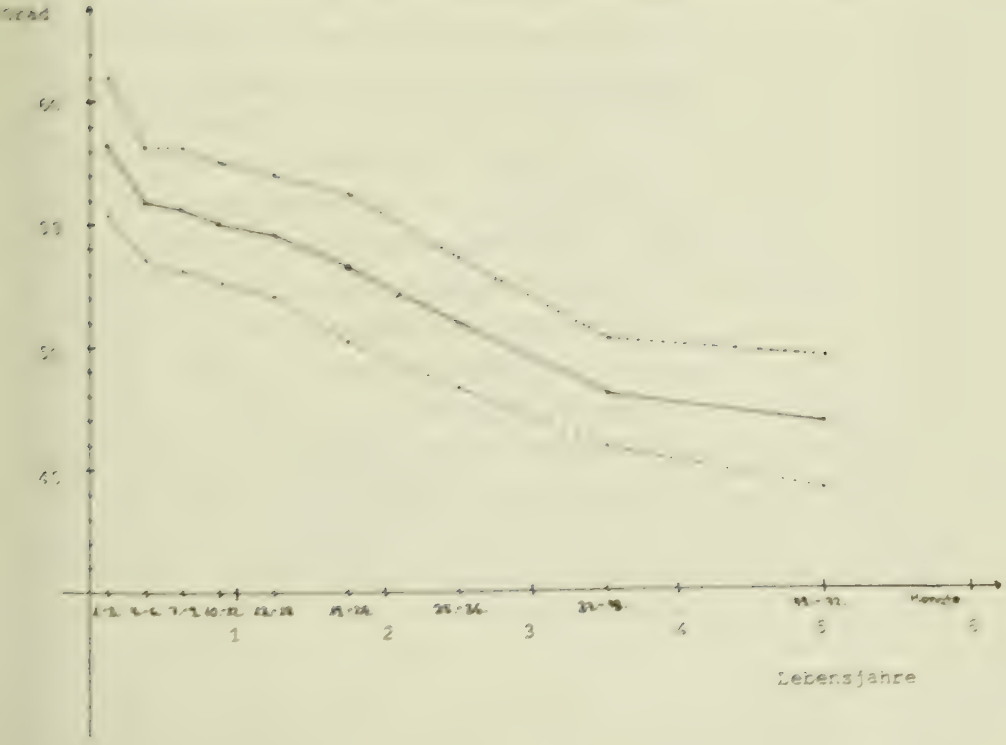
Tab. 12 : Normalwerte für den ACB-Winkel-männlich, weiblich

Alter	männlich				weiblich			
	$\bar{x}$	s	s%	n	$\bar{x}$	s	s%	n
1.- 3. Mo	57,8	± 2,9	5,0	52	58,3	± 2,7	4,6	52
4.- 6. Mo	56,1	± 2,5	4,5	262	56,0	± 2,5	4,5	190
7.- 9. Mo	55,3	± 2,2	4,0	118	55,5	± 2,7	4,9	148
10.-12. Mo	55,3	± 2,2	4,0	76	54,6	± 2,3	4,2	124
13.-18. Mo	54,1	± 2,3	4,3	99	55,2	± 2,6	4,7	152
19.-24. Mo	54,0	± 2,5	4,6	76	53,7	± 2,8	5,2	90
25.-36. Mo	51,7	± 2,7	5,2	148	52,9	± 2,6	5,0	196
37.-48. Mo	48,8	± 2,2	4,5	92	47,4	± 2,1	4,4	88
49.- 72. Mo	47,5	± 2,5	5,2	235	48,1	± 2,6	5,1	307
				914				1349

Tab. 12 : Mittelwerte für den ACV-Winkel

Alter	$\bar{x}$	s	s%	n
1.- 3. Mo	58,1 ± 2,8	4,8	114
4.- 6. Mo	56,0 ± 2,3	4,1	374
7.- 9. Mo	55,4 ± 2,5	4,5	284
10.-12. Mo	55,0 ± 2,4	4,4	194
13.-18. Mo	54,6 ± 2,5	4,6	256
19.-24. Mo	53,3 ± 3,0	5,6	168
25.-36. Mo	51,0 ± 2,7	5,3	250
37.-48. Mo	48,1 ± 2,2	4,6	178
49.-72. Mo	46,9 ± 2,7	5,8	216
			2030

Abb. 7 : Mittelwerte und Standardabweichungen für den ACV-Winkel



V DISKUSSION

Die ermittelten Normalwerte für den Pfannendachwinkel liegen, berücksichtigt man die verschiedenen Einteilungen der Altersgruppen, im Bereich der Streuung der Mittelwertkurven oder Angaben anderer Autoren (STRACKER, TÖNNIS, BRUNKEN, FABER, KRISTEN). Die Werte von GROSSE liegen höher, da hier die Winkel an Hüftgelenken bestimmt wurden, deren Gegenseiten luxiert waren und so, aufgrund der genetisch bedingten Fehlanlage (IDELBERGER, FABER, RAVELLI, HILGENREINER), wahrscheinlich sehr viele nur scheinbar gesunde Gelenke in die Untersuchung eingegangen sind.

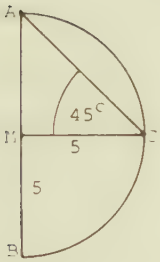
Auch die Lageabhängigkeit des Pfannendachwinkels wurde schon von anderen Autoren beschrieben (KLEINBERG, LIEBERMANN, P. PITZEN, ROHLEDERER, TÖNNIS). Auffallend war, daß in dieser Untersuchung bei der Beckendrehung vor allem eine Vergrößerung der Gegenseite, zu der gedreht wurde, ins Gewicht fiel, während die Verminderung auf der anderen Seite nur bei extremer Drehung in Erscheinung trat. Die Ursache hierfür lag sicherlich in der von TÖNNIS präzisierten Methode der Pfannendachwinkelmessung, bei der der Scheitelpunkt des Pfannendachwinkels in den Schnittpunkt der vorderen und hinteren Pfannenkonturlinien gelegt wird und nicht in die besonders stark lageabhängige, caudal vorspringende Knochenkante des Pfannendaches.

Durch dieses Vorgehen werden allzu große Fehlbeurteilungen vermieden, obwohl in extremen Lagen noch Normabweichungen von über 20% vorkommen. Aufgrund dieser Tatsache, mußten 16% der Aufnahmen von der Normalwertbestimmung ausgeschlossen werden.

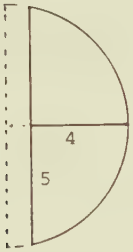
Für die Normalwerte des ACM-Winkels gibt es nur wenige Angaben, die sich in erster Linie auf das Erwachsenenalter beziehen. BUSSE, GASTEIGER und TÖNNIS ermittelten an 358 Patienten einen Normalmittelwert von 45,0° bei einer Standardabweichung von 3,2° im Alter von 21 - 50 Jahren. Sie betrachten ein Gelenk in diesem Alter bezüglich ACM deformiert, wenn es Werte aufweist, die größer sind als 49°. IDELBERGER und FRANK hatten in ihren Erstuntersuchungen einen Maximalwert von 50° für das normale Hüftgelenk angegeben, doch basierte ihre Untersuchung nur auf 50 "normalen" Aufnahmen von Patienten im Alter von 1,5 bis 65 Jahren und kann daher nicht als aussagekräftig für die Grenzen des Normbereichs von Neugeborenen, Säuglingen und Kleinkindern gelten. KRÄMER wies in seiner Arbeit darauf hin, daß die Normalwerte in den ersten beiden Lebensjahren etwas größer als 50° sind, ohne jedoch genaue Angaben zu machen. Der Wert von UNNEWEHR, der in der Arbeit von GROSS mit 53° bei Neugeborenen angegeben wurde, konnte durch nachmessen derselben Aufnahmen nicht bestätigt werden. Vielmehr schien er einem theoretischen Normalwert angepaßt, der zwar

für das anatomische Präparat gilt, jedoch nicht für die röntgenologische Darstellung zutreffen kann. Bei dieser Berechnung war man von dem von BÖHM und KAISER angegebenen Verhältnis der Tiefe zur Breite der Hüftpfanne von 4 zu 10 ausgegangen. Um nun zu einem theoretischen Wert zu gelangen, wurde die Gelenkpfanne als stilisierte Kugelkappe bzw. deren Projektion als Kreisabschnitt betrachtet und die angegebenen Maße eingetragen (s. Abb. 8).
Mit tan (ACM-Winkel) = 5 : 4 konnte ein Wert von $51,3^{\circ}$ berechnet werden. Es wurde jedoch außer acht gelassen, daß Pfannenbreite und -tiefe an der knorpligen knöchernen Pfanne bestimmt wurden. Nach ZSCEBÖK, MOLNAR und NAGY macht aber der ossifizierte Teil dieser Pfanne im Säuglingsalter nur einen Bogen von 60° aus, und nur dieser stellt sich im Röntgenbild dar. Für den ACM-Winkel als Maß der knöchernen Ausbildung der Pfanne mußte daher auch theoretisch ein um einige Grade größerer Normalwert als $51,3^{\circ}$ angenommen werden.
Die Vermutung von GROSS, daß der ACM-Winkel eine bessere Differenzierung von normalen und leicht pathologischen Befunden erlaubt, konnte,wie Abb. 9 zeigt, vor allem nicht für das entscheidende erste Jahr verifiziert werden. Auch hier überschneiden sich Norm- und Dysplasiebereich wie beim Pfannendachwinkel (s. Abb. 10) erheblich. Daß die Hüftdysplasie in den ersten Lebensmonaten statistisch

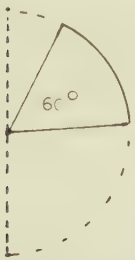
Abb. 8 : Projektion der Hüftgelenkspfanne modifiziert nach BÖHM



a) im Erwachsenenalter entspricht die Projektion des anatomischen Präparates nahezu dem Röntgenbild



b) im 1. Lebensmonat kann die Projektion des Präparates nur unvollständig durch ein Röntgenbild wiedergegeben werden



c) nur ein Bogen von ca. 60° stellt sich im Röntgenbild im Säuglingsalter dar

Abb. 9 : Kurven der Mittelwerte und Standardabweichungen für den ACM-Winkel gesunder und dysplastischer (ohne Subluxation) Hüftgelenke
Normalwerte nach JAKOB
Dysplasiewerte nach GROSS

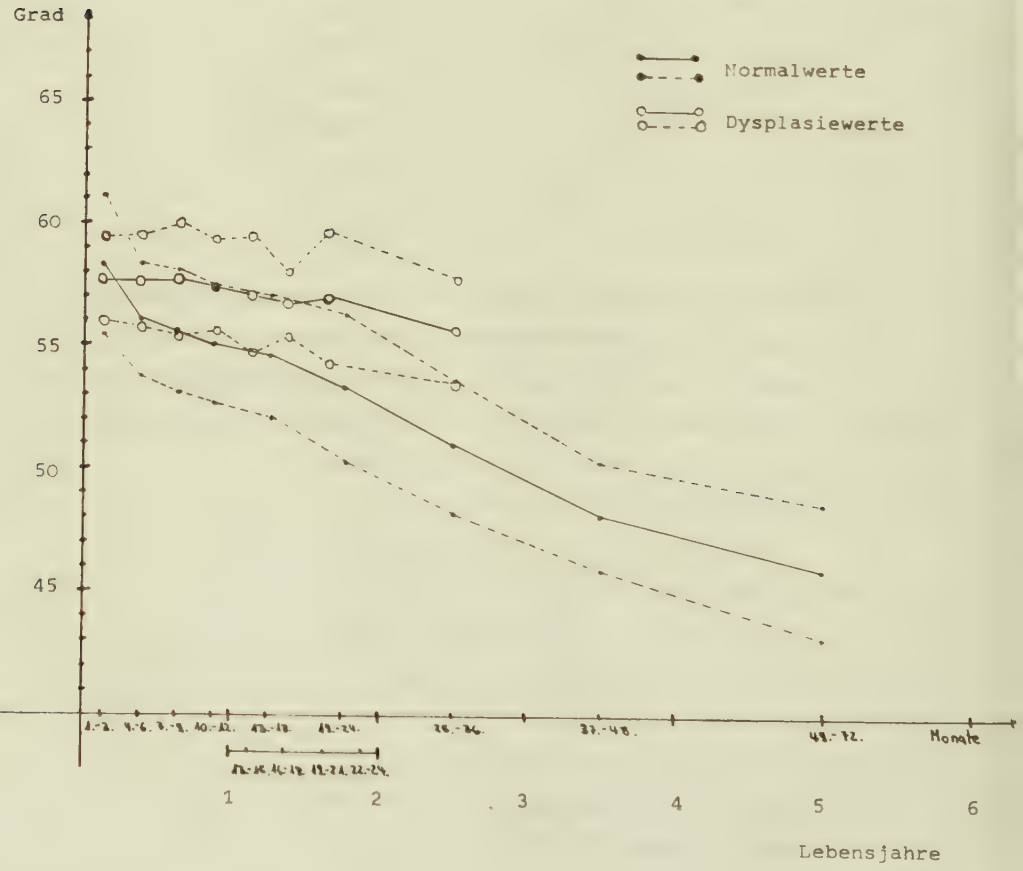
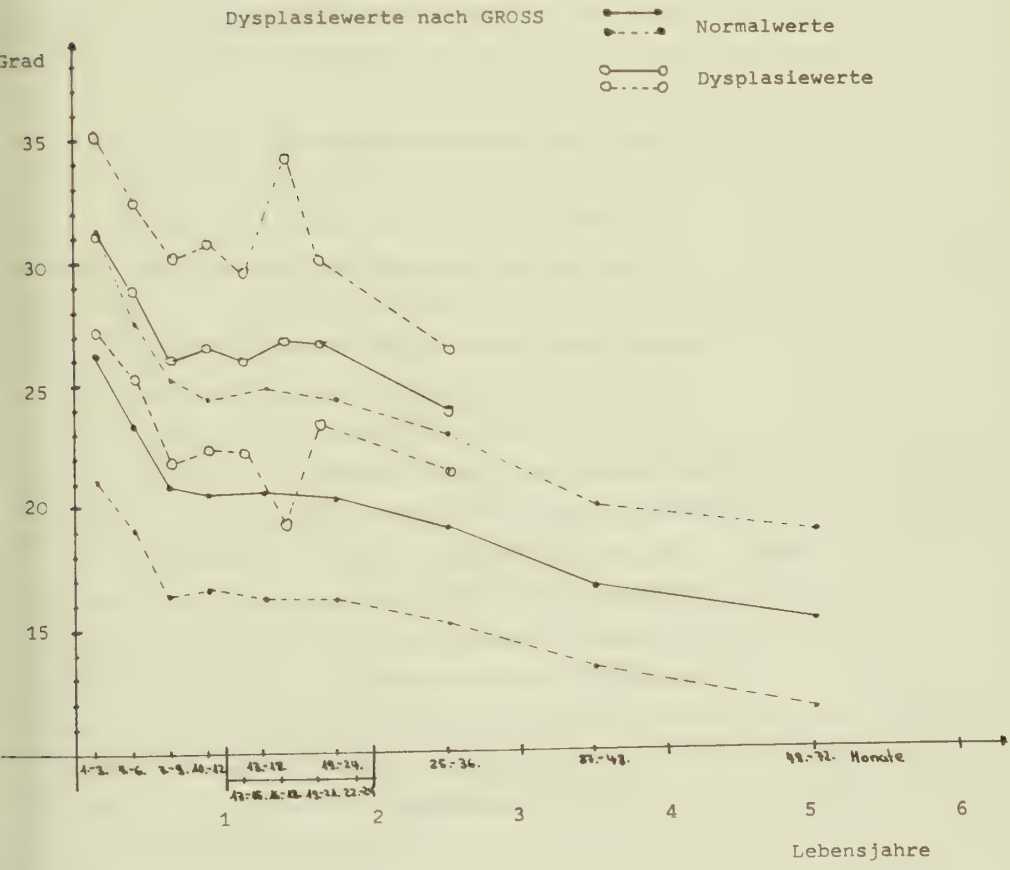


Abb. 10 : Kurven der Mittelwerte und Standardabweichungen für den Pfannendachwinkel gesunder und dysplastischer (ohne Subluxation) Hüftgelenke
Normalwerte nach JAKOB (zum besseren Vergleich wurden in den Altersgruppen die Werte der Jungen und Mädchen, rechts und links zusammengefaßt)
Dysplasiewerte nach GROSS



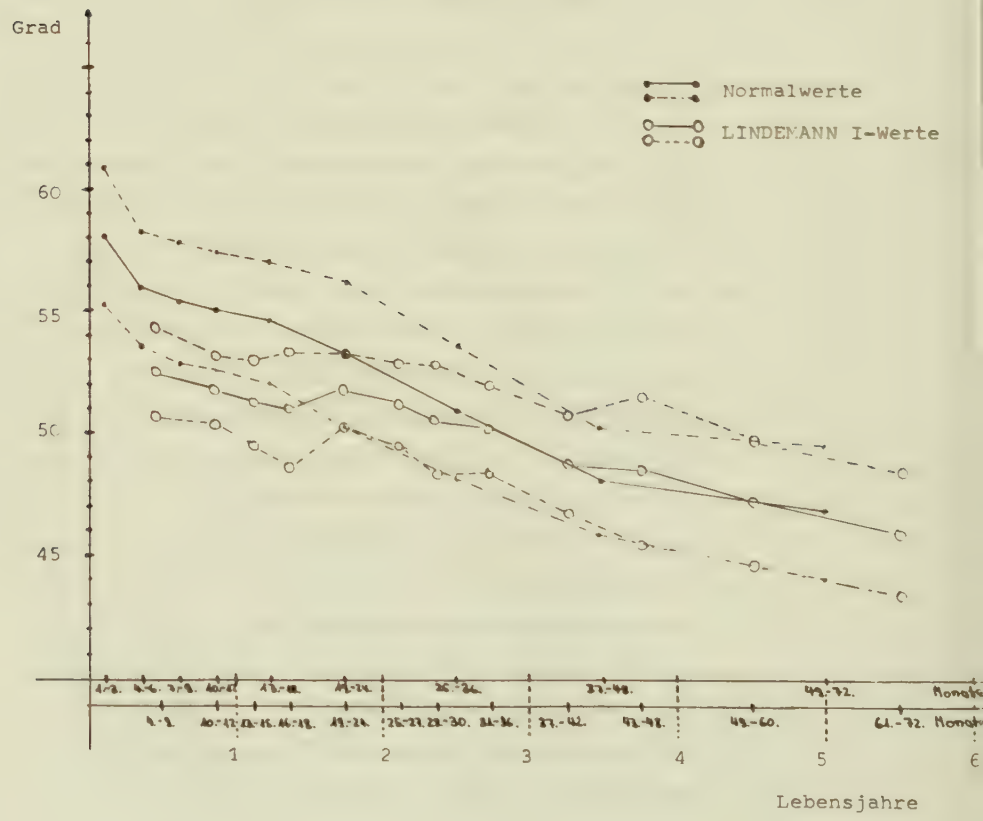
nicht abgrenzbar ist TÖNNIS, trifft so auch auf den ACM-Winkel zu.

Die primäre Veränderung bei der Hüftdysplasie besteht in einer Ossifikationsstörung der Pfanne (IDELBERGER, FABER, PEIC), als Ausdruck einer genetischen Fehlanlage (IDELBERGER, HILGENREINER, FABER, PITZEN, RAVELLI, ROHLEDERER etc.). Die knorpeligen Anteile dabei sind nach PUTTI und FABER nicht verändert.

So kann eine pathologische Gelenkentwicklung erst mit fortschreitender Ossifikation erkannt werden. Eine divergente Entwicklung ausgehend von sehr hohen, sich anfangs kaum unterscheidenden Werten war somit sowohl für den ACM- als auch für den Pfannendachwinkel zu erwarten. Durch die Tatsache, daß beide Meßmethoden einen unterschiedlichen Aussagewert haben, nämlich der ACM-Winkel über die knöcherne Ausbildung der Pfanne, der Pfannendachwinkel über die Ausbildung des Pfannenerkers, erklärt sich die unterschiedliche Dynamik bei der fortschreitenden Verknöcherung. Der sich im ersten Jahr stark verkleinernde Pfannendachwinkel spiegelt die forcierte Entwicklung des Pfannenerkers in dieser Zeit wieder (PEIC). Dagegen ist die Entwicklung des ACM-Winkels eher linear, als Ausdruck einer langsameren Konstitution der Hüftgelenkspfanne. Vergleicht man die Kurven der Mittelwerte und Standardabweichungen

gesunder mit denen geheilter Becken (LINDEMANN I) nach GROSS (Abb. 11), so erkennt man, daß die Normalwerte in den ersten zwei Jahren über den Werten der vollkommen ausgeheilten Hüftgelenke liegt, während sich die Kollektive danach annähern. Eine Erklärung besteht darin, daß durch die funktionelle Behandlung ein starker Reiz auf das Gelenk ausgeübt wird, der nicht nur in vielen Fällen, wie in Verlaufskontrollen deutlich wird, im ersten Jahr zur schnellen Besserung, sondern, wie es besonders Kurven für den Pfannendachwinkel und CE-Winkel zeigen (KRÄMER), zu einer Überkorrektur führt, die dazu beiträgt, daß die Werte schließlich sogar für den Pfannendachwinkel unter, für den CE-Winkel über dem Normalmittelwert liegen. Der Endwert für die Entwicklung eines gesunden Hüftgelenks wird somit von behandelten Hüften bei absoluter Heilung eher erreicht. Bei der Angabe von Normalwerten und Standardabweichungen sollte man sich immer vergegenwärtigen, daß jede Abgrenzung eines Normbereiches willkürlich ist und einen fiktiven Wahrscheinlichkeitsbereich normalentwickelter Gelenke darstellen kann. Sowohl bei gesunden Gelenken dürften höhere, als auch bei dysplastischen niedrigere Winkel gemessen werden. Besonders problematisch wird es, wenn sich die Mittelwerte der fiktiven Norm- und Dysplasiebereiche nähern und die Streubereiche besonders groß sind, wie es im ersten halben Jahr beim Pfannendach- aber auch beim ACM-Winkel der Fall ist.

Abb. 11 : Kurven der Mittelwerte und Standardabweichungen für den ACM-Winkel gesunder und absolut geheilter Hüftgelenke.
Normalwerte nach JAKOB
Werte absolut geheilter Hüften (LINDEMANN I) nach GROSS



Bei dem Bestreben, die Hüftdysplasie möglichst früh, noch vor dem dritten Monat, zu diagnostizieren (ACKERMANN, KIRSTEN, KELLER), sind die Winkel ein unsicheres Mittel. Ihr Aussagewert nimmt jedoch mit dem Alter zu, vor allem dann, wenn Verlaufskontrollen durchgeführt werden. Diese sind letztlich einzig sicheres Mittel, um zu beurteilen, ob ein Gelenk voll ausreift oder nicht. Der Vorteil des Pfannendach- wie auch des ACM-Winkels liegt also weniger in der Möglichkeit einer sehr frühen Diagnose der Hüftdysplasie, als in der Beobachtung der Gelenkentwicklung, sowohl in Grenzfällen der Dysplasie, als auch bei der Therapie.
Hier aber hat der ACM-Winkel Vorzüge gegenüber dem Pfannendachwinkel. Aufgrund seiner Lageunempfindlichkeit und seiner kleinen Streuung ist der ACM-Winkel ein sicherer Indikator für die Entwicklungsdynamik der knöchernen Pfanne. Dies konnte auch KRÄMER bei der Behandlung von Luxationshüften zeigen, wo oft eine exakte Lagerung nicht möglich war. Denn - noch ist die knöcherne Pfanne nur ein, wenn auch sehr wichtiges Teil des Hüftgelenkes, dessen Beschreibung durch einen Winkel nicht vollständig sein kann. Als Lösung bietet sich der Hüftwert von BUSSE, GASTEIGER und TÖNNIS an, der sich aus dem ACM-Winkel, dem CE-Winkel und der MZ-Strecke berechnet und damit Auskunft gibt über Ausbildung und Ausnutzung der Pfanne, sowie über die Stellung des Hüftkopfes

zur Pfanne. Normalwerte für das Säuglings- und Kindesalter sind aber bisher noch nicht veröffentlicht worden.

VI ZUSAMMENFASSUNG

Der ACM-Winkel ist im Gegensatz zum Pfannendachwinkel von der Beckenlagerung relativ unabhängig. Bei einer einfachen Standardabweichung von durchschnittlich 2,5° beträgt der Normalwert für den ACM-Winkel im 1. Trimenon 58° und nimmt bis zum 6. Lebensjahr um 11° ab. Die ermittelten Normalwerte für den Pfannendachwinkel liegen im Bereich der Streuung der Mittelwertkurven oder Angaben anderer Autoren. Im für die Diagnose und Therapie der Hüftgelenksdysplasie entscheidenden 1. Lebensjahr erlaubt auch der ACM-Winkel keine eindeutige Differenzierung zwischen normalen und leicht pathologischen Befunden. Aufgrund seiner Lageunempfindlichkeit ist er aber ein sicherer Indikator für die Entwicklungsdynamik der knöchernen Pfanne.

VII L I T E R A T U R N A C H W E I S

a) Medizinisches Schrifttum

1. ACKERMANN, H.J., H. NUSCHENPICKEL: Erhebungen zum Diagnosealter bei der sogenannten angeborenen Hüftgelenksverrenkung.
Z. ärztl. Fortb. 66; 1204-1208 (1972)

2. BACHMANN, K.-D.: Geburtsh. u. Frauenheilk. 23; 696 (1963)

3. BECKER, F.: Prophylaxe und Frühbehandlung der kongenitalen Dysplasie des Hüftgelenks.
Arch. orthop. Unfallchir. 55; 218 (1963)

4. BÖHM, M.: Entstehung der angeborenen Hüftverrenkung.
Z. Orthop. Chir. 55; 566-586 (1931)

5. BRUNKEN, D.: Untersuchung über die Schwankungsbreite normaler Hüftpfannendachwinkel.
Med. Diss. Berlin 1968

6. BRUSSATIS, F.: Zur Indikation der Pfannendachplastik.
in: CHAPCHAL, G.: Beckenosteotomie, Pfannendachplastik, 32-33, Stuttgart/Thieme 1965

7. BUSSE, J., W. GASTEIGER, D. TÖNNIS: Eine neue Methode zur röntgenologischen Beurteilung des Hüftgelenks - Der Hüftwert.
Arch. orthop. Unfallchir. 72; 1-9 (1972)

8. BUSSE, J., W. GASTEIGER, D. TÖNNIS: Die Bedeutung des Hüftwerts für die Diagnos und Prognose deformierter Hüftgelenke.
Arch. orthop. Unfallchir. 72; 245-252 (1972)

9. DÖRR, M.: Frühesterkennung der sogenannten angeborenen Hüftgelenkluxation vordringlich.
Dtsch. Ärzteblatt-Ärztl.Mitteilungen 64; 237-238 (1967)

10. EXNER, G.: Probleme der modernen Hüfluxationsbehandlung.
Dtsch. med. Wschr. (1954), 1001-1003

11. FABER, A.: Das Röntgenbild des Hüftgelenks beim Säugling.
Verh. Dtsch. Orthop. Ges. 32; 251-258 (1937)
Beiheft Z. Orthop. 67 (1938)

12. FABER, A.: Zur Pathologie der angeborenen Dysplasie des Hüftgelenks.
ebd., 259-279

13. GEISER, M.:Frühdiagnose und Behandlung der kongenitalen Hüftluxation.
Schweiz. med. Wschr. 103/II; 1449-1454 (1973)

14. GEISER, M.: Dysplasie und Pseudodysplasie des kindlichen Hüftgelenkes.
Z. Orthop. 115; 1-8 (1977)

15. GLAUNER, R., W. MARQUARDT : Röntgendiagnostik des Hüftgelenks.
Stuttgart, Thieme 1956

16. GROSS, G.: Diagnostische und prognostische Bedeutung des ACM-Winkels bei sog. angeborener Hüftluxation.
Med. Diss. Düsseldorf 1977

17. GROSSE, H.: Über die Unterschiede der Ossifikationsstörung des Pfannendachs und der proximalen Femurepiphyse bei männlicher und weiblicher Hüftverrenkung.
Z. Orthop. 69; 75-86 (1939)

18. HILGENREINER, H.:Zum angeborenen Charakter der sogenannten angeborenen Hüftverrenkung.
Z. Orthop. 65; 58-78 (1936)

19. HILGENREINER, H.: Zur angeborenen Dysplasie der Hüfte.
Z. Orthop. 69; 30-51 (1938)

20. HILGENREINER, H.: Ein sicheres Verfahren zur Diagnose der angeborenen Hüftverrenkung.
Z. Orthop. 69; 488-490 (1939)

21. HILGENREINER, H.: Weiterer Beitrag zur Lehre und Behandlung der angeborenen Hüftverrenkung. Fort mit dem Gipsverband!
Z. Orthop. 70; 212-234 (1940)

22. HILGENREINER, H.: Zur Fühdiagnose und Frühbehandlung der angeborenen Hüftverrenkung.
Med. Klinik 21/II; 1385ff u. 1425ff (1925)

23. HOFFA, H.: nach HORVATH, M.: Beiträge zur Pathologie und Therapie der angeborenen Hüftverrenkung.
Z. orthop. Chir. 22; 441-456 (1908)

24. IDELBERGER, Kh.: Die Erbpathologie der sog. angeborenen Hüftverrenkung.
München, Urban & Schwarzenberg 1951

25. IDELBERGER, Kh.: Lehrbuch der Orthopädie. 2. Aufl.
Heidelberg, Springer 1975

26. IDELBERGER, Kh., A. FRANK: Über eine neue Methode zur Bestimmung des Pfannendachwinkels beim Jugendlichen und Erwachsenen.
Z. Orthop 82; 571-577 (1952)

27. KAISER, G.: Die angeborene Hüftluxation.
Jena, Fischer 1958

28. KELLER, G.: Zum Aspekt der Hüftdysplasie in Klinik und Röntgenologie.
Z. Orthop. 112; 1126-1131 (1974)

29. KELLER, G.: Zum Aspekt der Hüftdysplasie in Klinik und Röntgenologie. II. Mitteilung: Bemerkungen zur klinischen Symptomatik und zu den Mittelwerten im 1. Trimenon.
Z. Orthop. 113; 77-81 (1975)

30. KELLER, G.: Zum heutigen Aspekt der Hüftdysplasie in Klinik und Röntgenologie. III. Mitteilung: Röntgenologische Verlaufsbeobachtungen.
Z. Orthop. 113; 243-259 (1975)

31. KLEINBERG, S., H.S. LIEBERMAN: The Acetabular Index in Infants in Relation to Congenital Dislocation of the Hip.
Arch. Surg. 32; 1049-1054 (1936)

32. KLOPFER, F.: Zur Problematik der Sofortbehandlung bei angeborener Hüftgelenksdysplasie.
Z. Orthop. 79; 1-60 (1950)

33. KÖHLER, A., E.A. ZIMMER: Grenzen des Normalen und Anfänge des Pathologischen im Röntgenbild des Skelets. 11. Aufl.
Stuttgart, Thieme 1967

34. KOPITZ, E.:Ein sicheres Verfahren zur Diagnose der angeborenen Hüftverrenkung. Antwort auf die Bemerkung von Hilgenreiner.
Z. Orthop. 70; 287-288 (1940)

35. KRÄMER, J.: Funktionelle Behandlung der Hüftdysplasie und Hüftverrenkung.
Bücherei des Orthopäden Band 14 (1975)

36. KRISTEN, H., W. DORDA, K. ZWEYMUELLER: Gefahren der Statistik am Beispiel einer Dysplasieuntersuchung.
Arch. orthop. Unfallchir. 84; 169-177 (1976)

37. LINDEMANN, H.: Über den Heilungsbegriff der angeborenen Hüftverrenkung und die Bewertung der Ergebnisse.
Verh. Dtsch. Orthop. Ges. 37; 7-40 (1949)
Beilageheft Z. Orthop. 79 (1950)

38. ORTOLANI, M.: Nochmals:"Kann der Kinderarzt in der Sprechstunde bei Säuglingen die kongenitale Hüftgelenksluxation erkennen?".
Kinderärztl. Prax. 24; 349-352 (1956)

39. PEIC, St.: Biologie des Hüftgelenks,dargestellt an der Luxationshüfte.
Verh. Dtsch. Orthop. Ges. 53; 97-102 (1966)

40. PITZEN, P.: Frühdiagnose der angeborenen Hüftgelenksverrenkung.
Verh. Dtsch. Orthop. Ges. 37; 78-93 (1949)
Beilageheft Z. Orthop. 79 (1950)

41. PITZEN, P., H. RÖSSLER: Kurzgefaßtes Lehrbuch der Orthopädie.
10. Aufl., München: Urban & Schwarzenberg 1968

42. PUTTI, V.: Die Anatomie der angeborenen Hüftgelenksverrenkung.
Stuttgart: Enke 1937

43. RAVELLI, A.: Röntgenzeichen und Meßmethoden zur Erkennung der angeborenen Dysplasie der Hüfte.
Radiol. Austr. 6; 12-205 (1953)

44. RAVELLI, A.: Zur Messung des Pfannendachwinkels beim Neugeborenen.
Z. Orthop. 84; 33-35 (1954)

45. ROHLEDERER, O.: Zur Ätiologie der angeborenen Hüftgelenkverrenkung.
Verh. Dtsch. Orthop. Ges. Chir. 62 (1938)
in: Arch. klin. Chir. 193; 218-223 (1938)

46. ROHLEDERER, O.: Das entwicklungsmechanische Geschehen der sogenannten angeborenen Hüftgelenkverrenkung.
Verh. Dtsch. Orthop. Ges. 37; 58-67 (1949)
Beilageheft der Z. Orthop. 79 (1950)

47. ROHLEDERER, O.: Zur Röntgendiagnostik der Hüftluxation.
Verh. Dtsch. Orthop. Ges. 37; 95-99 (1949)
Beilageheft der Z. Orthop. 79 (1950)

48. SCHINDLMAISSER, H., R. KOTZ: Röntgenologische Beurteilung der Pfannenbodendicke des Hüfgelenks.
Wien. Med. Wschr. 122; 430-432 (1972)

49. SCHUSTER, W.: Röntgenologische Beurteilung der dysplastischen Hüftpfanne.
Orthopäde 2; 219-225 (1973)

50. SCHWÄGERL, W., P. KREPLER, C. FLAMM: Vergleichende klinische und röntgenologische Untersuchungen zur Erfassung von Hüftdysplasien im Säuglingsalter.
Z. Orthop. 113; 19-28 (1975)

51. STRACKER, D.: Die angeborene Hüftluxation.
Stuttgart: Enke 1961

52. TÖNNIS, D.: Über die Änderungen des Pfannendachwinkels der Hüftgelenke bei Dreh- und Kippstellungen des kindlichen Beckens.
Z. Orthop. 96; 462-478 (1962)

53. TÖNNIS, D.: Die angeborene Hüftdysplasie läßt sich in den ersten Lebensmonaten nicht statistisch abgrenzen.
Arch. orthop. Unfallchir. 85; 237-240 (1976)

54. TÖNNIS, D.: Normal Values of the Hip Joint for the Evaluation of X-Rays in Children and Adults.
Clin. Orthop. 39-47 (1976)

55. TÖNNIS, D.: Zum Aspekt der Hüftdysplasie in Klinik und Röntgenologie. Stellungsnahme zur gleichnamigen Arbeit von G. Keller Z. Orthop. 112; 1126-1131 (1974)
Z. Orthop. 113; 77-81, 243-259 (1975)
Z. Orthop. 114; 98-99 (1976)

56. TÖNNIS, D.: Zusammenfassender Bericht des Arbeitskreises „Hüftdysplasie".
Z. Orthop. 111; 653-657 (1973)

57. TÖNNIS, D., D. BRUNKEN: Eine Abgrenzung normaler und pathologischer Hüftpfannendachwinkel zur Diagnose der Hüftdysplasie.
Arch. orthop. Unfallchir. 64; 197-228 (1968)

58. ULLMANN, K.: Med. Welt (Stuttgart) 13; 735 (1939)

59. UNNEWEHR, J.: in: GROSS, G.: Diagnostische und prognostische Bedeutung des ACM-Winkels bei sog. angeborener Hüftluxation.
Med. Diss. Düsseldorf 1977

60. WEBER, H.: Über die Neubildung des knöchernen Pfannendaches bei der angeborenen Hüftverrenkung.
Z. orthop. Chir. 25; 144-156 (1910)

61. ZIPPEL, H.: Untersuchungen zur Normalentwicklung der Formelemente am Hüftgelenk im Wachstumsalter.
Beitr. orthop. Traumatol. 18; 255-270 (1971)

62. ZSEBÖK, Z., R. MOLNAR, E. NAGY: Deutung des Röntgenbildes bei Frühdiagnose der sogenannten angeborenen Hüftverrenkung.
Z. Orthop. 82; 556-571 (1952)

b) Statistisches Schrifttum

63. FREUDENBERG, K.: Grundriß der medizinischen Statistik.
Stuttgart: Schattauer 1962

64. SACHS, L.: Statistische Auswertungsmethoden.
Berlin: Springer 1968

Lebenslauf

Personaldaten : Erich Jakob, geb. 20.4.1953 in Duisburg, evangelisch, deutscher Staatsbürger.

Eltern : Vater: Oskar Jakob, geb. 12.8.1923, gestorben 29.10.1977, Beruf: Richtmeister.
Mutter: Adele Jakob, geborene Gunia, geb. 8.4.1924, Beruf: Hausfrau.

Schulausbildung : 1959-1964 Volksschule an der Grimmstr. Duisburg
1964-1972 Leibniz-Gymnasium Duisburg
1972 Abitur

Wehrdienst : 2.1.1973-6.4.1973 Grundwehrdienst. Entlassung zur Aufnahme des Medizinstudiums.

Studium : SS 1973 Immatrikulation an der Universität Düsseldorf
WS 1974/75 Physikum
WS 1975/76 Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
Derzeit im 10. Semester